

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

CLIPPEDIMAGE= JP404024964A

PAT-NO: JP404024964A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 04024964 A

TITLE: SOLID-STATE IMAGE SENSING DEVICE

PUBN-DATE: January 28, 1992

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

MATSUMOTO, KAZUYA

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

OLYMPUS OPTICAL CO LTD

N/A

APPL-NO: JP02124271

APPL-DATE: May 16, 1990

INT-CL (IPC): H01L027/14;G02B003/00 ;H04N005/335

US-CL-CURRENT: 257/432,257/448

ABSTRACT:

PURPOSE: To prevent the decrease of quantum efficiency caused by multiple interference and reflection conventionally due to a multilayered structure, and to remarkably increase sensitivity, by a method wherein, in a CMD(charge modulation device), the focus of a lens array of organic or inorganic material is arranged so as to exist in the vicinity of a gate electrode except an MIS type storage part of each picture element.

CONSTITUTION: A microlens array 9 which is composed of organic material or inorganic material and converges incident light entering almost the whole part of one picture element is formed on a protective film 7 of a CMD. A drain diffusion region 4 is formed in the manner in which a drain diffusion layer, which has been formed conventionally in a self alignment manner to a gate electrode 6, is not formed in the region 10, i.e., so as to be separated from

the part corresponding with the focus of the microlens array 9. Hence the incident light 8 enters the channel layer 2 only through the protective film 7 composed of material like  $\text{SiO}_2$  transparent to visible light.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A) 平4-24964

⑮ Int. Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成4年(1992)1月28日

H 01 L 27/14  
G 02 B 3/00  
H 04 N 5/335

A 7036-2K  
E 8838-5C  
V 8838-5C  
8122-4M

H 01 L 27/14

D

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全5頁)

⑭ 発明の名称 固体撮像装置

⑯ 特 願 平2-124271

⑰ 出 願 平2(1990)5月16日

⑱ 発 明 者 松 本 一 哉 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリジナル光学工業株式会社内

⑲ 出 願 人 オリジナル光学工業株式会社 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

⑳ 代 理 人 弁理士 最上 健治

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

固体撮像装置

## 2. 特許請求の範囲

1. 半導体層上にチャネル層を介してソース及びドレイン領域を形成し、チャネル層上にゲート絶縁膜を介してゲート電極を形成してなる電荷変調素子を画素とし、該画素を多数配列した画素アレイを備えた固体撮像装置において、前記画素アレイ上に被覆した可視光に透明な保護膜上に前記各画素に対応して選択的に設けられた有機又は無機材料からなるマイクロレンズアレイを、該レンズアレイの焦点が各画素のMIS型蓄積部以外のゲート電極近傍に存在するように配置し、該焦点位置に対応する半導体表面部分より前記ゲート電極に対応する半導体表面部分に亘る領域に、前記ソース又はドレイン領域の拡散長より長い拡散長を有する半導体領域を形成したことを特徴とする固体撮像装置。

2. 半導体層上にチャネル層を介してソース及びドレイン領域を形成し、チャネル層上にゲート絶縁膜を介してゲート電極を形成してなる電荷変調素子を画素とし、該画素を多数配列した画素アレイを備えた固体撮像装置において、前記画素アレイ上に被覆した可視光に透明な保護膜上に前記各画素に対応して選択的に設けられた有機又は無機材料からなるマイクロレンズアレイを、該レンズアレイの焦点が各画素のMIS型蓄積部以外のゲート電極近傍に存在するように配置し、該焦点位置に対応する半導体表面部分から離して前記各画素のソース又はドレイン領域を形成したことを特徴とする固体撮像装置。

3. 半導体層上にチャネル層を介してソース及びドレイン領域を形成し、チャネル層上にゲート絶縁膜を介してゲート電極を形成してなる電荷変調素子を画素とし、該画素を多数配列した画素アレイを備えた固体撮像装置において、前記画素アレイ上に被覆した可視光に

透明な保護膜上に前記各画素に対応して選択的に設けられた有機又は無機材料からなるマイクロレンズアレイを、該レンズアレイの焦点が各画素のMIS型蓄積部以外のゲート電極近傍に存在するように配置し、該焦点位置に対応する半導体表面部分から離して前記各画素のソース又はドレイン領域を形成し、前記焦点位置に対応する半導体表面領域に、前記ソース又はドレイン領域の濃度以下の低濃度の同型拡散領域を形成したことを特徴とする固体撮像装置。

### 3. 発明の詳細な説明

#### (産業上の利用分野)

この発明は、電荷変調素子 (Charge Modulation Device、以下CMDと略称する) を画素として用いた固体撮像装置に関する。

#### (従来の技術)

従来、MIS型受光・蓄積部を有する受光素子からなる固体撮像装置は種々のものが知られているが、その中、MIS型受光・蓄積部を有し且つ

のうちの光発生正孔が逆バイアスが印加されているゲート電極6直下のゲート絶縁膜5とn<sup>-</sup>チャンネル層2の界面に蓄積され、その結果、チャンネル層2の表面電位が上昇する。それにより、ソース層3とドレイン層4間に存在する電子に対する電位障壁が低下し、n<sup>-</sup>チャンネル層2中を電子電流が流れる。この電流を読み取ることにより増幅された光信号が得られるようになっている。

#### (発明が解決しようとする課題)

ところで、上記構成のCMD固体撮像装置において、入射光8は保護膜7、ゲート電極6、ゲート絶縁膜5を通過してn<sup>-</sup>チャンネル層2に入るわけであるが、その際、空気/保護膜/ゲート電極膜/ゲート絶縁膜/n<sup>-</sup>チャンネル層の多層膜構造中における多重干渉効果により、反射、吸収が発生し入射光の一部が失われる。この現象は、固体撮像装置としては感度低下の原因となる。

そのため、従来のCMD固体撮像装置では、上記多層膜構造の各膜厚値を最適化し、感度向上を計っている。例えば、Si基板を用いゲート電極を

内部増幅機能を有する受光素子を用いた固体撮像装置がある。その一例として本件発明者等が提案したCMDを用いた撮像装置があり、特開昭61-84059号、及び1986年に開催されたInternational Electron Device Meeting (IEDM)の予稿集の第353~356頁の“A NEW MOS IMAGE SENSOR OPERATING IN A NON-DESTRUCTIVE READOUT MODE”という題名の論文で、その内容について開示がなされている。

第3図に従来のCMD固体撮像装置の1画素部分の断面構造を示す。図において、1はp<sup>-</sup>基板、2はn<sup>-</sup>チャンネル層、3はn<sup>+</sup>ソース(ドレイン)層、4はn<sup>+</sup>ドレイン(ソース)層、5はゲート絶縁膜、6は環状ゲート電極、7は絶縁物による保護膜(パッシベーション膜)である。

次にこのような構成のCMD受光素子の受光動作について説明する。まず光8がゲート電極6の上部より入射すると、該入射光8は保護膜7、ゲート電極6、ゲート絶縁膜5を通過してチャンネル層2に入り、そこで正孔-電子対を発生させる。そ

ポリシリコン膜で形成し、ゲート絶縁膜に熱酸化SiO<sub>2</sub>膜を用いる場合について説明すると、まずゲート電極のポリシリコン膜厚を400~800Åとした場合、ゲート絶縁SiO<sub>2</sub>膜厚は1000Å以下、及び1500Å近辺、3400Å近辺、5100Å近辺が良好な透過率を示す膜厚であるのがわかっている。

しかし、ゲート電極にポリシリコンを、ゲート絶縁膜にSiO<sub>2</sub>熱酸化膜を使う限り、光透過率の向上には限界がある。これを簡単に説明すると、次のとおりである。すなわち、一般に異なる屈折率を持つ界面(屈折率をn<sub>1</sub>、n<sub>2</sub>とし、n<sub>1</sub>>n<sub>2</sub>とする)での反射率Rは、

$$R = \frac{(n_1/n_2)^2 - 1}{(n_1/n_2)^2 + 1}$$

で表される。この式からわかるように、n<sub>1</sub>とn<sub>2</sub>の比が大きくなるほど反射率が大きくなる。

上記構成の受光素子においては、保護膜としてはSiO<sub>2</sub>膜が使われることが多く、またゲート絶縁膜としては熱酸化SiO<sub>2</sub>膜が通常使われており、またゲート電極はポリシリコン薄膜で形成されて

いる。この場合、ポリシリコンの屈折率は $\sim 4$ で、 $\text{SiO}_2$ の屈折率は1.45であり、したがって屈折率の比が大きく、結局多重干渉時における反射が大きくなり、透過率が下がる結果となっている。

光透過率の一例を第4図に示す。これは保護膜が $\text{SiO}_2$ で形成され、その厚さが24000Å、ゲート電極のポリシリコン膜の厚さが600Å、ゲート酸化膜厚さが350Åの時の可視光(波長が400~700nm)範囲での光透過率の算出結果を示している。この図から、600nm付近の光は、多層膜の反射により透過率が下がっているのがわかる。

一方、CCD等の撮像素子において、樹脂を用いて撮像素子上にマイクロレンズアレイを集積して形成し、開口率を向上させる技術が実用化されている。例えば特開平1-309370号公報には、第5図に示すような構成のものが開示されている。すなわち、p型Si基板101に設けられた多数の光電変換素子の $n^+$ 型ホットダイオード領域102、 $n$ 型埋込チャネル103、 $p^+$ 型チャネルストップ104、層間膜106を介して $n^+$ 型ホットダイオード領域102

に対応する部分以外に配置した転送電極105、該転送電極105に対応する層間膜106上に配置したアルミニウム遮光膜107を含む受光部を備えた固体撮像素子において、受光部を被覆する表面が平坦で透明な中間層108-1、108-2、108-3、108-4と、この中間層上に $n^+$ 型ホットダイオード領域に対応して選択的に設けられた透明感光性樹脂層113及びその表面を被覆する他の透明な中間層108-5からなる凸レンズとを備えている。そして中間層108-1~108-5はPGMAで形成され、透明感光性樹脂層113はゼラチンにより形成される。なお109、110、111は各中間層108-1、108-2、108-3上に形成されたマゼンタ染色層、シアン染色層、イエロー染色層である。

このように構成された撮像素子において、中間層108-1~108-5、透明感光性樹脂層113の屈折率は1.5であり、各染色層の屈折率とほぼ等しく、入射光が凸レンズに対して垂直に入射されると仮定した場合、第6図に示すように、中間層の厚さを $t_1$ 、凸レンズの厚さを $t_2$ としたとき、次式

を満足すると開口率は、ほぼ100%になる。

$$t_1 = \frac{n_0}{n_1 - n_0} \cdot \frac{p^2 + t_2^2}{2t_2} - t_2$$

ここで、 $n_0$ 、 $n_1$ は、それぞれ空気、中間層の屈折率、 $p$ は水平方向セルピッチの1/2である。

本発明は、従来のCMDを画素とした固体撮像装置における上記問題点を解消するためになされたもので、上記マイクロレンズアレイ技術を用いて、多層膜構造による光強度低下を解消し、高感度のCMDを画素として用いた固体撮像装置を提供することを目的とする。

〔課題を解決するための手段及び作用〕

上記問題点を解決するため、本発明は、CMDを画素とし、該画素を多数配列した画素アレイを備えた固体撮像装置において、前記画素アレイ上に被覆した可視光に透明な保護膜上に前記各画素に対応して選択的に設けられた有膜又は無膜材料からなるマイクロレンズアレイを、該レンズアレイの焦点が各画素のMIS型蓄積部以外のゲート電極近傍に存在するように配置し、該焦点位置に

対応する半導体表面部分より前記ゲート電極に対応する半導体表面部分に亘る領域に、前記ソース又はドレイン領域の拡散長より長い拡散長を有する半導体領域を形成するものである。

このような構成により、入射光は可視光に対し透明な保護膜のみを通過して直接受光部の拡散長の長い半導体領域に入射することが可能となり、従来の多層膜構造による多重干渉及び反射に基づく量子効率の低下が阻止され、大幅な感度向上の達成が可能となる。また焦点位置に対応する領域に亘り拡散長の長い半導体領域が形成されているため、焦点位置で発生した正孔は、該発生位置より効率よくゲート電極下に移動して蓄積され、光発生正孔-電子対の再結合が原因で生ずる短波長光に対する感度低下も阻止される。

〔実施例〕

次に実施例について説明する。第1図及び第2図は、本発明に係る固体撮像装置の実施例のCMD画素部分の構成を示す断面図及び平面図であり、第3図に示した従来のものと同一又は同等の部材

には同一符号を付して示し、その説明を省略する。

次に従来のCMD固体撮像装置と異なる部分について説明する。本発明においては、CMDの保護膜7上に、ほぼ一面素全体に入射する入射光を集光するための、有機物あるいは無機物よりなるマイクロレンズアレイ9を形成する。そして該マイクロレンズアレイ9により集光された入射光8が、半導体基板に入射する領域10には、従来ゲート電極6に自己整合的に形成されていたドレイン拡散層を形成しないように、すなわちマイクロレンズアレイ9の焦点に対応する部分から離してドレイン拡散層4を形成するように構成されている。

このように構成されたCMD固体撮像装置においては、従来例とは異なり、入射光8はゲート電極6部分の多重干渉膜を通過せず、 $\text{SiO}_2$ 等の可視光に対し透明な材料からなる保護膜7のみを通過し、直接基板受光部であるチャネル層2に入射する。これにより入射光の反射、吸収が防止され、大幅に感度が上昇する。

また受光領域表面には高濃度のドレイン拡散層

が形成されていないため、高濃度拡散層中での光発生正孔-電子対の再結合が原因で生ずる、短波長光に対する感度低下も生じないようになる。

上記実施例では、マイクロレンズアレイの焦点位置に対応する部分はチャネル層とし、ドレイン拡散層を形成しないようにしたものを示したが、本発明は、マイクロレンズアレイの焦点位置に対応する部分からゲート電極に対応する部分に亘って、ドレイン(ソース)拡散層の拡散長より長い拡散長を有する半導体領域が形成されておればよく、例えば、入射光が半導体基板に入射する領域10には、拡散長が充分長くできる範囲において、ドレイン(ソース)拡散層の濃度以下の濃度を有するn型拡散層を形成しても、同等の作用効果が得られる。

また上記実施例においては、NチャネルCMDを画素として用いた固体撮像装置について説明を行ったが、不純物のタイプを変えることにより、pチャネルCMDを画素として用いたものにおいても本発明は適用できる。また上記実施例では、

シリコンを使用したCMDからなる固体撮像装置を示したが、本発明は、シリコンの他の単元素半導体、化合物半導体、あるいは多結晶、更にはアモルファス半導体よりなるCMDを画素として用いた固体撮像装置にも適用可能である。

#### 〔発明の効果〕

以上実施例に基づいて説明したように、本発明によれば、入射光をゲート電極配置部分の多層膜構造を通過せずに、可視光に対し透明な保護膜のみを通して直接、拡散長の長い受光部に入射させることができるので、ゲート電極部分の多層膜構造による多重干渉及び反射による量子効率の低下を阻止し、また光発生正孔-電子対の再結合による感度低下を阻止して大幅に感度を向上させたCMDを画素とした固体撮像装置を得ることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明に係る固体撮像装置の実施例の画素部分を示す断面図、第2図は、その一部を除いた上面図、第3図は、従来のCMD固体撮像

装置を示す断面図、第4図は、その光透過率特性を示す図、第5図は、従来提案されたマイクロレンズアレイを用いた撮像素子を示す断面図、第6図は、その入射光の光路を示す図である。

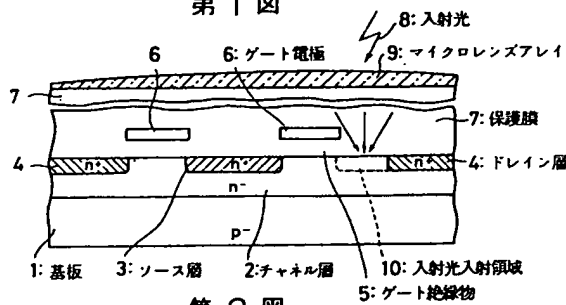
図において、1はp<sup>-</sup>基板、2はn<sup>-</sup>チャネル層、3はn<sup>+</sup>ソース(ドレイン)層、4はn<sup>+</sup>ドレイン(ソース)層、5はゲート絶縁膜、6は環状ゲート電極、7は保護膜、8は入射光、9はマイクロレンズアレイ、10は入射光入射領域を示す。

特許出願人 オリンパス光学工業株式会社

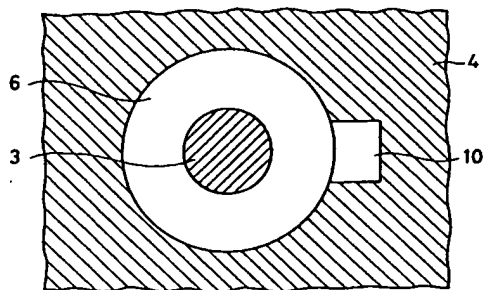
代理人 弁理士 最 上 健 治



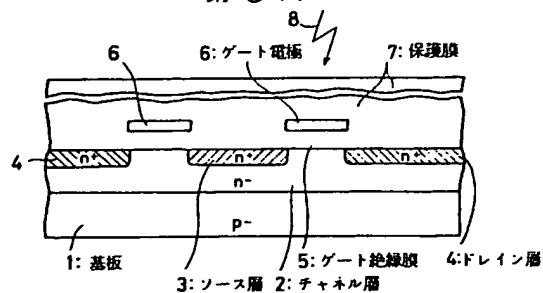
第1図



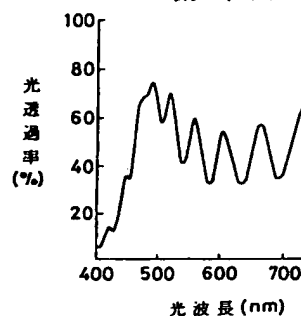
第2図



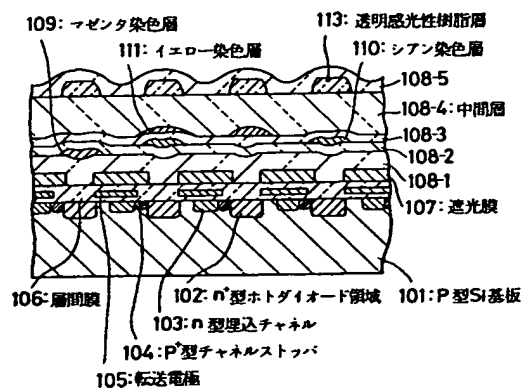
第3図



第4図



第5図



第6図

